

Welche Perspektive bieten Lernaufgaben zur Verbesserung der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung?

¹Michael Germ, ²Andreas Müller & ³Ute Harms

michael.germ@lrz.uni-muenchen.de – muellera@uni-landau.de – harms@ipn.uni-kiel.de

¹Ludwig-Maximilians-Universität München, Department Biologie I, Didaktik der Biologie, Winzererstr. 45/II, 80797 München

²Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, FB 7: Natur- und Umweltwissenschaften, Fortstr. 7, 76829 Landau

³IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, Abteilung Didaktik der Biologie, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird ein Versuch vorgestellt, die naturwissenschaftliche Lehrerausbildung mithilfe fachdidaktischer Übungsaufgaben zu verbessern, durch die die verschiedenen Disziplinen des Lehramtsstudiums miteinander verknüpft werden sollen. Ausgangspunkt hierfür bilden theoretische Grundannahmen zur Lehrerprofessionalisierung, Kritikpunkte an der derzeitigen Lehrerbildung sowie das Modell des generativen Lernens und das allgemeine Potenzial von Lernaufgaben und intelligentem Üben zur Unterstützung von Lernprozessen. Der entwickelte Aufgabenpool wird unter Bezug auf ein konkretes Beispiel ausschnittsweise vorgestellt und danach ein Überblick über dessen empirische Evaluation gegeben. Die Ergebnisse weisen mehrheitlich darauf hin, dass der konzipierte aufgabenbasierte Ansatz eine wertvolle Ergänzung des bisherigen Lehrangebots darstellen kann.

Abstract

This article presents an attempt to improve the quality of science teacher education by means of exercise tasks which focus on the connection of the different scientific disciplines that constitute teacher professionalization at university. This approach refers to a theoretical framework of teachers' professional competence as well as to deficiencies of the current state of German teacher education and is based on the model of generative learning and the important role of tasks and intelligent exercise to enhance learning processes. The designed task pool is introduced and characterized by a concrete example, followed by a description of its empirical evaluation. Results indicate that this approach may be regarded as a valuable addition to teaching techniques for the training of science teacher students.

1 Einleitung

An kritischen Stimmen zum Status quo der Lehrerbildung in Deutschland mangelt es nicht (für einen Überblick vgl. MERZYN, 2004). In der hier vorgestellten Arbeit wird versucht, einigen der häufig angeführten Defizite durch einen aufgabenorientierten Ansatz auf der Ebene fachdidaktischer Lehrveranstaltungen in der universitären Lehrerbildung zu begegnen. Dieser Ansatz orientiert sich am Innovationsprogramm „LeNa“ zur Förderung der Lehrerbildung in den Naturwissenschaften, das an der Universität Koblenz-Landau ausgearbeitet wurde (LENA, 2004) und in einer zentralen Komponente auf das Potential fachdidaktischer Übungsaufgaben zur Verbindung der fachdidaktischen und allgemeinen erziehungswissenschaftlichen Studienelemente fokussiert.

Im Folgenden sollen zunächst, ausgehend von einem kurzen Problemaufriss, die Kernidee dieses Projekts und ihre theoretischen Hintergründe aufgezeigt werden. Anhand eines konkreten Beispiels wird dann der entwickelte Aufgabenpool exemplarisch charakterisiert, Fragestellungen, Methoden und ausgewählte Ergebnisse seiner Evaluation werden vorgestellt.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Lehrerprofessionalisierung und Kritik an der derzeitigen Lehrerbildung

Ansätze zur Konzeptualisierung der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften differenzieren diese gemeinhin in mehrere, sich wechselseitig ergänzende Komponenten, von denen eine das professionelle Lehrerwissen umfasst (BAUMERT & KUNTER, 2006). Für dieses Professionswissen selbst lassen sich wiederum unterschiedliche Wissensdomänen beschreiben, etabliert hat sich hier u.a. die auf SHULMAN (1987) zurückgehende Kategorisierung in Fachwissen („content knowledge“), allgemeines pädagogisches Wissen („pedagogical knowledge“) und fachdidaktisches Wissen („pedagogical content knowledge“). Fachdidaktisches Wissen, das sowohl fachinhaltliche als auch instruktionale und schülerbezogene Aspekte berührt, bildet damit so etwas wie ein „special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding“ (SHULMAN, 1987, 8). Die genannten Wissensdomänen beinhalten wiederum Wissensfacetten unterschiedlicher kognitionspsychologischer Qualitäten, z.B. prozedurale, situationale oder konzeptuelle Wissens Elemente. Letztere beziehen sich dabei

#

auf das Wissen über Fakten, Begriffe, Prinzipien und Beziehungen (DE JONG & FERGUSON-HESSLER, 1996).

Den drei genannten Domänen des professionellen Lehrerwissens entspricht auf der Seite der universitären Lehrerausbildung die in Deutschland übliche Aufgliederung der Lehramtsstudiengänge in fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Studien. Aber wie ist es um die derzeitige Wirksamkeit bzw. Qualität dieser Ausbildung bestellt? Obgleich die bestehende Basis an empirisch gewonnenen Daten über die deutsche Lehrerbildung immer noch unterentwickelt ist (SCHÄFERS, 2002), kristallisiert sich aus den vorliegenden Daten kein erfreuliches Bild heraus. Aus vereinzelten Evaluationsansätzen (NOLLE, 2004), mehreren Befragungen von Studierenden oder Referendaren (FLACH et al., 1995; SCHADT-KRÄMER, 1992) sowie Expertengutachten (TERHART, 2000) sind es u.a. folgende neuralgische Punkte, die die Phase der universitären Lehrerbildung im Allgemeinen und die fachdidaktischen sowie erziehungswissenschaftlichen Studien im Speziellen charakterisieren:

- Fachwissenschaftliche, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Studienanteile stehen weitgehend unverbunden nebeneinander und sind kaum miteinander verknüpft.

- Mit dieser fehlenden Kohärenz einher geht ein peripherer Stellenwert der erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildungsteile, die von den Studierenden sowohl in ihrer Qualität als auch im zeitlichen Umfang grobenteils als nicht zufriedenstellend beurteilt werden.

Dieses „Schattendasein“ der fachdidaktischen Studien (MERZYN, 2004, 99) ist insbesondere deswegen als Problem zu sehen, als gerade den Fachdidaktiken in diesem Zusammenhang eine wichtige Integrationsfunktion zukommt, da sie als Schnittstellen zwischen fachbezogener und pädagogisch-didaktischer Ausbildung (TERHART, 2000) eine inhaltliche Verbindung der Studienbereiche entsprechend befördern könnten (KATTMANN, 2003). In qualitativer Hinsicht wird öfters bemängelt, dass fundierte Erkenntnisse zur Gestaltung von schulischen Lehr-Lernprozessen nicht in hinreichendem Maße auch auf die Gestaltung von Vermittlungsprozessen in der universitären Lehrerbildung übertragen werden (MERZYN, 2004). Solch ein Defizit schränkt folglich die innere „didaktische Konsistenz“ (MÜLLER & HELMKE, 2008) des Lehramtsstudiums ein, wenn allgemein die Inhalte der didaktisch-pädagogischen Ausbildung nicht auch in einer ihnen entsprechenden und angemessenen Form gelehrt werden.

2.2 Lernaufgaben und intelligentes Üben vor dem theoretischen Hintergrund des generativen Lernens

Zwei solcher Aspekte, die in der Diskussion um Qualitätssteigerung des naturwissenschaftlichen Unterrichts als bedeutsame Faktoren angeführt werden, sind z.B. intelligentes Üben sowie das Lernen mit Aufgaben.

Unter der programmatischen Bezeichnung „Weiterentwicklung der Aufgabenkultur“ wird eine Reihe von Ansatzpunkten zusammengefasst, die sowohl auf die Herausarbeitung diverser Qualitätskriterien von Aufgaben als auch eine Beförderung des lernunterstützenden Umgangs mit Aufgaben in allen Phasen des Lehr-Lernprozesses abzielen (BLK, 1997; GROPENGLIEBER, 2006). Eine zentrale Forderung ist dabei u.a., Aufgaben zur selbstständigen Erarbeitung, zum Vernetzen und Festigen sowie zum flexiblen Anwenden von Wissen verstärkt in den Unterricht zu integrieren (HARMS et al., 2004; LEISEN, 2003). Die prinzipielle Lernwirksamkeit des Bearbeitens von Aufgaben ist dabei innerhalb verschiedener Forschungsfelder für ganz unterschiedliche Arten von Lernzielen in älteren wie neueren Studien umfassend belegt worden (vgl. z.B. SCHABRAM, 2007). Die anerkannte Effektivität des Lernens mit Aufgaben schlägt sich auch in metaphorischen Wendungen anschaulich nieder, etwa wenn Aufgaben als „Katalysatoren von Lernprozessen“ bezeichnet werden (THONHAUSER, 2008) oder argumentiert wird, dass sie bei geeigneter Einbettung in die Unterrichtsstruktur zu „Kondensationskeimen im Prozess des Verstehens“ werden können (LEISEN, 2003, 118).

Eng damit verbunden ist die Bedeutung des Übens für erfolgreiche Lernprozesse. Diese ist sowohl in der pädagogischen Praxis immer wieder diskutiert (MEIER et al., 2000) als auch seitens empirischer Forschung nachhaltig fundiert worden (MARZANO et al., 2000). „Intelligentes“ Üben als Merkmal der Unterrichtsqualität (HELMKE, 2006) zielt dabei weniger auf mechanisch-repetitive, sondern elaborierende, die Lerninhalte vertiefende und weiter ausarbeitende Übungsformen (EDELDMANN, 2000; GUDJONS, 2005). Dadurch wird Wissen nicht nur gefestigt, sondern zugleich neu konstruiert, indem z.B. verschiedene Wissens Elemente neu miteinander verknüpft werden – Üben bleibt damit nicht etwa Appendix, sondern wird integraler Bestandteil des Informationsverarbeitungsprozesses.

Diese Perspektive des Übens und die Betonung eines qualitätsvollen Umgangs mit Aufgaben zur Unterstützung des Wissens- und Kompetenzerwerbs lassen sich lernpsychologisch gut mit dem Modell des generativen Lernens („generative learning“) nach WITTRICK (1974, 1992) erklären. Nach dieser

#

Theorie erzeugen Lernende den Bedeutungsgehalt neuer Lerninhalte selbst, indem sie Beziehungen herstellen zwischen den einzelnen zu lernenden Informationen und ihren bestehenden Wissensstrukturen, die bereits in vorangegangenen Lernprozessen aufgebaut wurden. Den Lernenden sollte deshalb Gelegenheiten gegeben werden, neue Lerninhalte in aktiver Auseinandersetzung zu organisieren, sie mit bestehenden Wissens-elementen in ihrer kognitiven Struktur zu integrieren und in vertiefender Auseinandersetzung zu elaborieren (SHARP et al., 2005). Solche Elaborationsprozesse können z.B. das Suchen nach konkreten Beispielen oder potentiellen Anwendungsmöglichkeiten oder das In-Verbindung-Bringen fachbezogener Wissensinhalte mit Wissen aus anderen Disziplinen umfassen.

3 Entwicklung des Aufgabenpools und Forschungsfragen der Evaluation

In der derzeitigen Form scheint die deutsche Lehrerbildung einem systematischen Wissensaufbau, der die verschiedenen Facetten professionellen Lehrwissens miteinander verknüpft, nur in sehr unzureichendem Maße nachzukommen (s. Abschnitt 2.1). Der Erwerb voneinander isolierter Wissensbestände aus den einzelnen Disziplinen läuft viel eher Gefahr, eine Basis „trägen Wissens“ (RENKL, 1996) herauszubilden, die in Handlungssituationen nicht oder nur eingeschränkt zur Anwendung kommen kann. Ziel der hier berichteten Arbeit ist es, die genannten Qualitätsfaktoren schulischen Lernens (Lernen mit Aufgaben, intelligentes Üben, s. Abschnitt 2.2) vor dem theoretischen Hintergrund des Modells des generativen Lernens so auf die universitäre Ausbildung von Lehrkräften zu übertragen, dass dadurch den genannten Defiziten begegnet werden kann. Zu diesem Zweck wurde ein Pool von Übungsaufgaben für die Lehrerausbildung in den Naturwissenschaften entwickelt, die im Rahmen der naturwissenschafts-didaktischen Lehre dazu dienen sollen, allgemeine Erziehungswissenschaften (inkl. pädagogischer Psychologie) und Fachdidaktik inhaltlich miteinander zu verknüpfen. Ein solcher Ansatz würde damit zugleich auch dem Aspekt der inneren didaktischen Konsistenz der Lehrerausbildung und der genannten integrativen Funktion der Fachdidaktik Rechnung tragen.

Die konstruierten Aufgaben beziehen sich inhaltlich auf die fachdidaktische Konkretisierung allgemeiner erziehungswissenschaftlicher Begriffe, Modelle und Theorien und dienen damit der Anwendung allgemeindidaktischer sowie pädagogisch-psychologischer Ausbildungsinhalte auf die speziellen Themen und Bedingungen des Fachunterrichts. Dadurch sollen sie im Dienste des Er-

werbs und der Konsolidierung eines kohärenten, anwendbaren Berufswissens für naturwissenschaftliche Fachlehrer stehen. Solche Aufgaben können – nur um einen möglichen Einblick in das Spektrum zu geben – z.B. von den Studierenden verlangen, gegebene Skizzierungen von Lernprozessen aus dem jeweiligen Fachunterricht psychologischen Grundformen des Lernens zuzuordnen oder die Umsetzung bestimmter allgemeiner Unterrichtskonzepte (z.B. Projektunterricht) in vorgegebenen (fiktiven) Kurzbeschreibungen von konkreten Fachunterrichtsstunden zu beurteilen. Kasten 1 gibt ein ausführliches Beispiel bezogen auf das Fach Biologie und den allgemeinen erziehungswissenschaftlichen Themenbereich „Kognitive Lerntheorien“ wider (Für ein Beispiel bezogen auf das Fach Physik und den allgemeinen Inhalt „Wissenstypen“ vgl. MÜLLER & HELMKE, 2008, 42 f.).

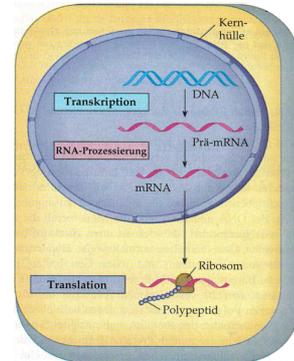
Aufgabe: Kognitive Lerntheorien (Ausschnitt)

David P. AUSUBEL grenzt (unabhängig von der Unterscheidung der beiden Dimensionen „rezeptives“ vs. „entdeckendes“ Lernen) „sinnvolles“ von „mechanischem“ Lernen ab. Sinnvolles (oft auch „sinnhaftes“, engl. *meaningful*) Lernen findet dann statt, wenn i) neue Informationen inhaltlich und nicht wortwörtlich gelernt werden sowie ii) zufallsfrei auf das bisherige Wissen bezogen werden (vgl. EDELMANN, 2000). Die Betonung der Notwendigkeit der Interaktion von neuen Lerninhalten mit der bereits vorhandenen Wissensstruktur weist dem Vorwissen des Lernenden eine herausragende Bedeutung zu. Eine zufallsfreie Verknüpfung von „Neuem“ mit „Altem“ in diesem Sinne kann nach AUSUBEL (zit. nach EDELMANN a.a.O.) auf drei Arten geschehen:

- durch unterordnende Beziehung, bei der ein neuer Inhalt unter ein weiter gefasstes Konzept oder eine allgemeinere Idee, über die der Lernende bereits verfügt, subsumiert wird;
 - durch überordnende Beziehung, wo bestehende speziellere Wissensanteile in eine neue, hierarchisch höhere allgemeinere Gestalt integriert werden (z.B. Zusammenfassung von Sonderfällen oder Einzelphänomenen, Bildung von Oberbegriffen);
 - durch kombinatorische Beziehung, bei der neues Lernmaterial mit mehreren bekannten Wissensbeständen verknüpft wird, ohne dass diese einen höheren oder geringeren Allgemeingrad oder Gültigkeitsbereich aufweisen.
- a) Formulieren Sie für diese drei Fälle der Herstellung zufallsfreier Beziehungen jeweils ein konkretes Beispiel aus Ihrem Unterrichtsfach (Biologie)!
- b) Nennen Sie Ideen, wie Sie in Ihrem Unterricht (z.B. im Rahmen einer Leistungsevaluation) überprüfen könnten, ob Schüler eine bestimmte Definition/Regel/Begriff etc. tatsächlich sinnhaft und nicht etwa nur mechanisch auswendig gelernt haben.

#

- c) Im Kapitel „Vom Gen zum Protein“ in Neil A. CAMPBELLS „Biologie“, einem bekannten Studienbuch für dieses Fach (CAMPBELL, 1997, 328), werden die grundsätzlichen Stationen der Genexpression, die zuvor im Überblick dargestellt wurden, u.a. in nebenstehendem Schema zusammengefasst, bevor sich im Weiteren eine detaillierte Feinbetrachtung einzelner Schritte anschließt. Dabei wird im Rahmen weiterer Abbildungen im Verlauf des Kapitels diese Darstellung in verkleinerter Form wieder aufgegriffen, wobei der entsprechende Schritt, zu dem jeweils bestimmte Erläuterungen erfolgen, in diesem Miniaturschema farblich hervorgehoben wird. Dies soll nach Angabe der Autoren dem Leser helfen, die sukzessive angeführten Details leichter in den Gesamtzusammenhang der Proteinbiosynthese einordnen zu können.



Welcher zentrale Begriff in AUSUBELS Vorstellung zur Unterstützung sinnhaft-rezeptiver Lernprozesse kennzeichnet den Charakter dieser Abbildung und der mit ihr verbundenen Vorgehensweise im Lehrbuch funktional? Erklären Sie diesen Begriff und seine Bedeutung für sinnhaft-rezeptives Lernen kurz an diesem Beispiel!

Beim „entdeckenden Lernen“, das maßgeblich von J.S. BRUNER geprägt wurde, werden die Lerninhalte dem Schüler nicht in „fertiger“ Form dargeboten, so dass er sie einfach in seine kognitive Struktur integrieren kann, sondern müssen von ihm in Auseinandersetzung mit entsprechenden (im Fall der „gelenkten Entdeckung“ geeignet aufbereiteten) Lernmaterialien selbst „entdeckt“ werden. [...]

- d) Überlegen Sie, wie man folgende Abschnitte darstellenden Biologieunterrichts sinnvoll in Phasen entdeckenden Biologieunterrichts umwandeln bzw. wenigstens um passende Elemente entdeckenden Unterrichts bereichern könnte (nur kurze, skizzenhafte Vorschläge!):
- (1) Die Schüler entnehmen einem ausgegebenen Text zu den Lebens- und Wachstumsbedingungen von Schimmelpilzen die Informationen: „Schimmelpilze benötigen organische Substanz, um wachsen zu können. Sie entwickeln sich besonders gut bei Wärme und Feuchtigkeit.“
 - (2) Ein Lehrer erklärt seinen Schülern anhand einer schematischen Übersichtszeichnung der menschlichen Zunge, welche Grundgeschmacksqualitäten es gibt und in welchen Bereichen der Zunge die entsprechenden Geschmackspapillen konzentriert auftreten.
 - (3) Den Schülern werden die wichtigsten Kennzeichen der Pflanzenfamilien „Kreuzblütler“ und „Lippenblütler“ im vegetativen Bereich und im Blütenbau anhand einer gegenüberstellenden Tabelle vergleichend aufgezählt und erläutert.

Kasten 1: Aufgabenbeispiel.

Ein Teil des konzipierten Aufgabenpools wurde in biologiedidaktischen Lehrveranstaltungen eingesetzt und evaluiert. Dabei wurde folgenden Fragestellungen nachgegangen:

- (F1) Welche Probleme haben Studierende bei der Bearbeitung der Aufgaben?
 (F2) Unterstützen die Aufgaben die Studierenden bei der Verknüpfung der Bereiche Fachdidaktik und Erziehungswissenschaften?
 (F3) Führt die Auseinander-

dersetzung mit den Aufgaben zu einer Zunahme konzeptuellen Wissens, das für die Planung, Durchführung und Evaluation von Biologieunterricht anwendbar ist? (F4) Erhöht sich durch die Beabreitung der Aufgaben das Interesse der Teilnehmer an biologiedidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Studieninhalten?

4 Methodik der Evaluation

4.1 Untersuchungsablauf und Stichproben

Die Evaluation fand in mehreren Teilstudien statt. Zwischen diesen Teilstudien wurden die eingesetzten Aufgaben auf der Grundlage der Evaluationsergebnisse weiterentwickelt. Im Rahmen der 2. Teilstudie im Sommersemester 2007, auf die hier eingegangen werden soll, wurden Aufgaben an den Universitäten Bremen (N = 40 Studierende, 29 weiblich, durchschnittlich 4. Fachsemester) und München (N = 13 Studierende, 11 weiblich, durchschnittlich 8. Fachsemester) eingesetzt. Die Studierenden bearbeiteten die Aufgaben entweder direkt im Rahmen der Vorlesungszeit im Anschluss an die Behandlung des jeweiligen Themas (Teilstichprobe Bremen) bzw. als häusliche Begleitübungen zur Veranstaltung (Teilstichprobe München).

4.2 Datenquellen und Instrumente

Für die Beantwortung der Forschungsfragen wurden Daten über drei verschiedene methodische Ansätze gewonnen:

- *Analyse der Aufgabenbearbeitungen*: Die Bearbeitungsversuche der Studierenden, die bei der Auseinandersetzung mit den eingesetzten Aufgaben entstanden, wurden mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse (MAYRING 2007) ausgewertet. Dabei wurden die Antworten der Teilnehmer mit einem vorformulierten Erwartungshorizont für jede Aufgabe verglichen. Für jede nicht als vollständig befriedigend bewertete Antwort wurde das jeweils vorliegende Defizit inhaltlich identifiziert. So wurden induktiv Kategorien gebildet, die die Probleme der Studierenden bei der Aufgabenbearbeitung zum Ausdruck bringen.

- *Befragung der Teilnehmer im Prä-Posttest-Design*: Neben der Erfassung allgemeiner soziodemographischer Daten enthielten die beiden verwendeten Fragebögen, die am Anfang bzw. Ende des jeweiligen Semesters eingesetzt wurden, vorrangig Itembatterien (6-stufige Ratingskalen) zu folgenden Aspekten:

#

(i) Selbsteinschätzung der Teilnehmer im Hinblick auf ihr reproduzierbares sowie anwendbares konzeptuelles Wissen von erziehungswissenschaftlichen Begriffen im Kontext des Lehrens und Lernens von Biologie (unterschiedliche Anzahl und unterschiedlicher Inhalt der Items in München bzw. Bremen, abhängig von den eingesetzten Aufgaben, die sich jeweils an den Themenschwerpunkten der assoziierten Lehrveranstaltungen orientierten),

(ii) Selbsteinschätzung der Fähigkeit, die Studienbereiche Biologiedidaktik und allgemeine Erziehungswissenschaften miteinander verknüpfen zu können (2 Items, z.B. „Ich kann Inhalte aus dem erziehungswissenschaftlichen Studium ... mit dem Fachunterricht Biologie in Verbindung bringen.“, Einschätzung auf 6-stufiger Noten-Skala von 1 = „sehr gut“ bis 6 = „ungenügend“, $\alpha = .82$),

(iii) Interesse der Teilnehmer an Erziehungswissenschaften und Biologiedidaktik (je 4 Items, z.B. „Wenn ich ehrlich sein soll, sind/ist mir die Erziehungswissenschaften/die Biologiedidaktik eher gleichgültig.“, Einschätzung auf 6-stufiger Likert-Skala von 1 = „stimme voll und ganz zu“ bis 6 = „stimme überhaupt nicht zu“, $\alpha = .92$ bzw. $.75$).

(iv) Darüber hinaus wurden im Abschlussfragebogen zusätzlich direkte Beurteilungen des Aufgabeneinsatzes als das Lernen unterstützende Maßnahme in der Biologielehrerausbildung erhoben (7 Items, z.B. „Die Aufgaben eignen sich als sinnvolle Übungsaufgaben im Rahmen einer biologiedidaktischen Lehrveranstaltung.“, Einschätzung auf 6-stufiger Likert-Skala von 1 = „stimme voll und ganz zu“ bis 6 = „stimme überhaupt nicht zu“, $\alpha = .84$).

• *Spezifische Evaluationsbögen zu jeder Aufgabe*, die im Zuge ihrer Bearbeitung beantwortet wurden. Jeder dieser aufgabenspezifischen Fragebögen umfasste drei Teile:

(i) eine Einschätzung der Vertrautheit mit inhaltlich zentralen Schlüsselbegriffen der jeweiligen Aufgabe als Maß für das aufgabenrelevante Vorwissen der Teilnehmer;

(ii) geschlossene Items auf einer 5-stufigen Likert-Skala (1 = „trifft überhaupt nicht zu“ bis 5 = „trifft voll zu“), anhand derer das Potential der Aufgabe direkt beurteilt werden sollte (ähnlich den Items des Abschlussfragebogens, vgl. Tabelle 2);

(iii) ein offenes Item, in dem die Studierenden um eine freie Charakterisierung ihrer Probleme bei der Bearbeitung der Aufgabe gebeten wurden. Diese Antworten wurden dann ebenfalls inhaltsanalytisch ausgewertet.

5 Ausgewählte Ergebnisse

5.1 Probleme der Studierenden

Durch die qualitative Analyse der Aufgabenbearbeitungen sowie der offenen Befragungen im Rahmen der einzelnen Evaluationsbögen konnten eine Reihe von Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung aufgedeckt werden. Kasten 2 fasst exemplarisch die auf diese Weise herausgearbeiteten Probleme für die in Kasten 1 (s. Abschnitt 3) angeführte Beispielaufgabe („Kognitive Lerntheorien“) zusammen.

Teilaufgabe a):

Diese Aufgabenstellung wurde bestenfalls unvollständig anhand einzelner passender Angaben gelöst. Nicht selten trat z.B. das Problem auf, dass das Verhältnis der jeweiligen inhaltlichen Ebenen nicht zur angegebenen Form von kognitiver Verknüpfung passte, wie etwa in folgendem Beispiel für eine unterordnende Beziehung:

„Lernen der Photosynthese und später kommt die Atmung dazu, was man in Zusammenhang bringt und zu einem großen Schema zusammenfügt“.

In manchen Fällen wurden die Beziehungen auch inhaltlich nicht gehaltvoll wiedergegeben sondern blieben etwa auf dem nicht aussagekräftigen Niveau von biologischen Teildisziplinen.

Teilaufgabe b):

Nur in wenigen Fällen (ca. 20 %) wurde hier mehr als eine passende Angabe formuliert. Teilweise bezogen sich die genannten Vorschläge nicht genuin auf die konkrete Überprüfung sinnhaft gelernter Wissens oder gingen über diese hinaus wie bei:

„Ableiten von Regel/Begriffen aus einem Schema, einem Text oder dem Ergebnis eines Experiments“.

Vereinzelt war die genannte Maßnahme auch nicht zwangsläufig geeignet, zwischen sinnhaftem und mechanischem Lernen zu differenzieren bzw. fehlten dazu genauere Angaben, z.B. in:

„Vorgabe von bestimmten Wörtern, mit denen die Definition ‚konstruiert‘ werden muss“.

Teilaufgabe c):

In 50 % der Antworten wurde der gesuchte Begriff (Advance Organizer) richtig genannt, jedoch fehlte – neben vereinzelten inhaltlichen Lücken bei der Erklärung – des Öfteren die erläuternde Bezugnahme auf das konkrete Beispiel bzw. traf die Bezugnahme nicht den fachlichen Kern der Vororganisation, z.B.:

„Leser weiß beim Lesen des Kapitels bereits, dass eine Zelle einen Kern und Ribosomen hat; die Einzelbestandteile des Kerns (RNA, DNA, Kernpore) werden vertiefend behandelt“.

#

Teilaufgabe d):

Nur knapp 20 % der Teilnehmer konnten diese Teilaufgabe vollständig lösen, jedoch enthielten die meisten Antworten zumindest zu einem oder zwei der drei Unterrichtsbeispiele brauchbare Angaben. Teilweise waren die Ideen wiederum sehr global und wenig konkret angegeben, wie z.B. im Folgenden als Antwort zu Beispiel (1):

„ein Experiment machen“.

Mitunter stellten die Antworten auch kein unmittelbar erkennbares Moment entdeckenden Lernens heraus, wie etwa (für Beispiel (3)):

„Pflanzen der verschiedenen Gruppen sollen mit in den Unterricht gebracht werden und als Anschauungsobjekte dienen“ oder „Die Schüler könnten aus der Tabelle ein Plakat mit Bildern entwerfen“.

Aufgabenspezifischer Evaluationsbogen:

In der offenen Befragung äußern die Studierenden mehrfach die Schwierigkeiten, passende Beispiele aus dem Biologieunterricht zu finden sowie allgemein Theorie mit Anwendungsbeispielen zu verknüpfen. In einzelnen Fällen wird mangelndes Vorwissen als Problem angegeben und auf die naturgemäß dünne Erfahrungsbasis hingewiesen. Bei Teilaufgabe a) bestanden in einzelnen Fällen Verständnisschwierigkeiten, die auf Unklarheiten in der Formulierung des Aufgabentextes zurückzuführen sind.

Kasten 2: Übersicht über identifizierte Probleme der Teilnehmer bei der Bearbeitung der Aufgabe „Kognitive Lerntheorien“.

Über alle Aufgaben hinweg häufig genannte Probleme können sich grob den folgenden drei übergeordneten Kategorien zuordnen lassen:

- Rahmenbedingungen des Aufgabeneinsatzes (z.B. „Zeitmangel“),
- personeninterne Faktoren (z.B. „Mangelnde Vorkenntnisse“) und
- aufgabenbezogene Faktoren (z.B. „Aufgabentext zu lang“, „Unklarheiten in den Formulierungen der Aufgabenstellungen“). Die je spezifischen Aspekte des letztgenannten Bereichs bildeten die Grundlage für eine Revision und Weiterentwicklung der Aufgaben.

5.2 Lernförderliches Potential der Aufgaben: Verknüpfung der Studienbereiche und Erwerb anwendungsfähigen Wissens

In beiden Teilstichproben konnten die Teilnehmer ihre selbst eingeschätzte Fähigkeit, Inhalte der Erziehungswissenschaften auf den Biologieunterricht zu beziehen, signifikant um 0.35 (München, $p < .05$) bzw. 1.65 (Bremen, $p < .001$) Skalenpunkte (6-stufige Likert-Skala) steigern (vgl. Tabelle 1). Gestützt wird dieses Ergebnis durch Items aus dem Abschlussfragebogen, die die Rolle der bearbeiteten Aufgaben hinsichtlich dieses Aspekts direkt bewerten und deren Bewertungen auf einer 6-stufigen Likert-Skala alle unter der Skalenmitte von 3.5 liegen. Das bedeutet, dass die Teilnehmer den untersuchten Ansatz mehrheitlich als geeignet einschätzen, sie bei der Integration von Wissensseinheiten

aus den Bereichen Erziehungswissenschaften und Fachdidaktik zu unterstützen und so zu einer Verknüpfung der als weitgehend isoliert erlebten Studienelemente beizutragen.

Untersuchungsvariable	Mittlere Verbesserung in Skalenpunkten auf einer 6-stufigen Likert-Skala (Posttest gegenüber Prätest)	
	Bremen	München
Fähigkeit, erziehungswissenschaftliche und biologiedidaktische Studien in Verbindung zu bringen	1.65 ***	.35 *
Reproduzierbares Fachwissen	1.79 ***	1.16 **
Anwendbares Fachwissen	1.92 ***	1.17 **

Tab. 1: Ergebnisse aus der Prä-Post-Befragung.

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Zusätzlichen Einblick in die Bewertungen der Studierenden liefern ihre Ratings in den aufgabenspezifischen Fragebögen. Dadurch wird es besser möglich, einzelne Aufgaben, die Revisionsbedarf besitzen, zu identifizieren und zu verbessern, als es lediglich ein globaler Blick auf die auf den gesamten Aufgabenpool bezogenen Werte aus dem Abschlussfragebogen erlauben würde. Tabelle 2 zeigt einige solcher Ergebnisse für das Aufgabenbeispiel „Kognitive Lerntheorien“. Obwohl spezielle Problemfelder bei der Bearbeitung dieser Aufgabe identifiziert und benannt wurden (vgl. Kasten 2), scheint dies die Sicht der Teilnehmer keineswegs entscheidend einzuschränken, dass diese Aufgabe für sie eine hilfreiche Lerngelegenheit im Rahmen ihres Studiums darstellt. So misst der Großteil der Befragten (ca. 80 %) ihr das Potential zu, erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Studienanteile miteinander verknüpfen zu können. Ca. 75 % halten insgesamt ihren Einsatz als Übungsaufgabe in biologiedidaktischen Lehrveranstaltungen für sinnvoll.

Item	Bremen (N = 35) M (SD)	München (N = 10) M (SD)
(1) „Durch die Aufgabe habe ich eine genauere Vorstellung von bestimmten erziehungswissenschaftlichen Begriffen oder Theorien bekommen.“	3.21 (.74)	3.90 (.74)
(2) „Die Aufgabe fordert mich heraus, mich mit der Anwendung erziehungswissenschaftlicher Inhalte auf das Unterrichtsfach Biologie auseinanderzusetzen.“	3.88 (.81)	3.40 (1.17)

#			
(3)	„Durch die Aufgabe können erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Studienanteile inhaltlich punktuell miteinander verknüpft werden.“	3.84 (.88)	4.30 (.68)
(4)	„Die Aufgabe ist als sinnvolle Übungsaufgabe im Rahmen einer biologiedidaktischen Lehrveranstaltung geeignet.“	4.03 (.95)	4.40 (.52)

Tab. 2: Bewertung der Aufgabe „Kognitive Lerntheorien“ anhand des aufgabenbegleitenden Evaluationsbogens (5-stufige Likert-Skala).

Als Maß für den Wissenszuwachs der Teilnehmer wurde ein statistischer Vergleich von Prä- und Posttest-Daten gezogen, die die eigene Einschätzung des Wissens über zentrale Begriffe, die in den Aufgaben thematisiert wurden, zu den beiden Messzeitpunkten wiedergeben. Dabei sollte dieses Wissen sowohl hinsichtlich seiner Reproduzierbarkeit als auch seiner Anwendbarkeit für das Unterrichten von Biologie beurteilt werden. Über alle Items gemittelt zeigten beide Studierendengruppen in der Abschlussbefragung signifikant bessere Werte in ihrer Einschätzung, die wesentlichen Begriffe sowohl erklären, als auch sie als Biologielehrer im Fachunterricht berücksichtigen bzw. anwenden zu können (Tab. 1).

5.3 Interesse der Studierenden

Hinsichtlich des Interesses der Teilnehmer an Biologiedidaktik sowie an Erziehungswissenschaften verbesserten sich die Werte zu den beiden Messzeitpunkten bei beiden Untersuchungsgruppen insgesamt nur unwesentlich, außerdem sind die Unterschiede hier jeweils nicht signifikant.

6 Diskussion und Ausblick

Insgesamt fielen die Bewertungen des Einsatzes der entwickelten Aufgaben als Instrumente zur Unterstützung von Lernprozessen im Biologielehramtsstudium überwiegend positiv aus. Mit der vorgestellten Entwicklungsarbeit scheint damit ein erster gangbarer und aussichtsreicher Schritt zur Etablierung einer den aktuellen Erfordernissen der deutschen Lehrerbildung entsprechenden „Aufgabenkultur“ gemacht zu sein, der mittelfristig auch auf die Physik- und Chemielehrerausbildung übertragen werden kann. In methodologischer Hinsicht ist kritisch anzusprechen, dass es sich bei den erhobenen kognitiven Aspekten um Selbsteinschätzungen der Teilnehmer handelt, die zwangsläufig eine qualitativ andere Aussagekraft besitzen als intersubjektiv überprüfbare Daten. Dies ist insofern vertretbar, als es um eine Bewertung des Aufgabeneinsatzes durch die

Studierenden geht. Hinsichtlich des fachunterrichtsrelevanten Wissens und seiner Anwendbarkeit stellt sich das Problem, dass eine Erfassung etwa durch direkte Beobachtungen des Unterrichts der angehenden Lehrkräfte unter eher längsschnittlicher Perspektive (gegenwärtig) nicht zu realisieren ist und weitere valide Messinstrumente für die Erfassung der verschiedenen Wissensdomänen deutscher Biologielehrer derzeit noch der Entwicklung bedürfen (z.B. SCHMELZING et al., 2008). Die Erhebung von Selbsteinschätzungen ist daher auch in vielen anderen Projekten zur Kompetenzmessung die Methode der Wahl (z.B. FREY, 2004; MAYR, 2002; RAUIN & MEIER, 2007).

Eine Erweiterung der vorgestellten Evaluation bietet sich dadurch an, dass eine ähnliche Untersuchung auch im Fach Physik im Rahmen des LeNa-Programms möglich ist (s. Abschnitt 1), wodurch sich zum einen die Datenbasis vergrößert und sich zum anderen Ansatzpunkte für einen Vergleich zwischen der Implementation der entwickelten Aufgaben in der Ausbildung von Biologie- und Physiklehrern eröffnen.

Zitierte Literatur

- BAUMERT, J. & M. KUNTER (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft **9**, 469-520.
- BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (BLK) [Hrsg.] (1997): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Heft 60. BLK, Bonn.
- CAMPBELL, N.A. (1997): Biologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- DE JONG, T. & M.G.M. FERGUSON-HESSLER (1996): Types and qualities of knowledge. Educational Psychologist **31** (2), 105-113.
- EDELMANN, W. (2000). Lernpsychologie. 6. Aufl., Beltz, Weinheim.
- FLACH, H., J. LÜCK & R. PREUSS (1995): Lehrerausbildung im Urteil ihrer Studenten. Zur Reformbedürftigkeit der deutschen Lehrerbildung. Verlag Peter Lang, Frankfurt a.M.
- FREY, A. (2004): Die Kompetenzstruktur von Studierenden des Lehrerberufs. Zeitschrift für Pädagogik **50** (6), 903-925.
- GROPENGIEBER, H. (2006). Mit Aufgaben lernen. In: GROPENGIEBER, H., D. HÖTTECKE, T. NIELSEN & L. STÄUDEL [Hrsg.]: Mit Aufgaben lernen. Friedrich Verlag, Seelze, 4-11.
- GUDJONS, H. (2005): Methoden und Strategien intelligenten Übens. Pädagogik **57** (11), 12-15.
- HARMS, U., J. MAYER, M. HAMMANN, H. BAYRHUBER & U. KATTMANN (2004): Kerncurriculum und Standards für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In: TERNOTH, H.-E. [Hrsg.]: Biologie, Chemie, Physik, Geschichte, Politik. Expertisen – im Auftrag der KMK. Beltz, Weinheim, 22-84.
- HELMKE, A. (2006): Unterrichtsqualität In: ROST, D.H. [Hrsg.]: Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 3. Aufl., Beltz PVU, Weinheim, 812-820.
- KATTMANN, U. (2003): Pädagogik fachlichen Lernens – Fachdidaktiken gehören ins Zentrum der Lehrerbildung. In: MOSCHNER, B., H. KIPER & U. KATTMANN [Hrsg.]: PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen. Schneider, Baltmannsweiler, 307-318.
- LEISEN, J. (2003): Wider das Frage- und Antwortspiel. Neue Inhalte aufgabengeleitet entwickeln. In: BALL, H., G. BECKER, R. BRUDER, R. GIRMES, L. STÄUDEL & F. WINTER [Hrsg.]: Aufgaben.

#

- Lernen fördern – Selbstständigkeit entwickeln. Friedrich Jahresheft XXI. Friedrich Verlag, Seelze, 116-118.
- LENA (2004): LeNa – Lehrerbildung in den Naturwissenschaften (gefördert durch: „Neue Wege in der Lehrerbildung“ des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft). Programmbeschreibung. URL: http://www.uni-landau.de/zlb-landau/html/projekte_forschung/lena.htm (20.12.2005)
- MARZANO, R.J., B.B. GADDY & C. DEAN (2000). What works in classroom instruction. Mid-continent Research for Education and Learning, Aurora, CO. URL: http://www.mcrel.org/PDF/Instruction/5992TG_What_Works.pdf (15.02.2008)
- MAYR, J. (2002): Sich Standards aneignen. Befunde zur Bedeutung der Lernwege und der Bearbeitungstiefe. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* **2** (1), 29-37.
- MAYRING, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 9. Aufl., Beltz, Weinheim.
- MEIER, R., U. RAMPILLON, U. SANDFUCHS & L. STÄUDEL [Hrsg.] (2000): Üben und Wiederholen. Friedrich Jahresheft XVIII. Friedrich Verlag, Seelze.
- MERZYN, G. (2004): Lehrerausbildung – Bilanz und Reformbedarf. Ein Überblick über die Diskussion. Schneider, Baltmannsweiler.
- MÜLLER, A. & A. HELMKE (2008): Qualität von Aufgaben als Merkmale der Unterrichtsqualität verdeutlicht am Fach Physik. In: THONHAUSER, J. [Hrsg.]: *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen*. Waxmann, Münster, 31-46.
- NOLLE, A. (2004): Evaluation der universitären Lehrerinnen- und Lehrerausbildung. Erhebung zur pädagogischen Kompetenz von Studierenden der Lehramtsstudiengänge. M-Press, München.
- RAUIN, U. & MEIER, U. (2007): Subjektive Einschätzung des Kompetenzerwerbs in der Lehramtsausbildung. In: LÜDERS, M. & J. WISSINGER [Hrsg.]: *Forschung zur Lehrerbildung. Kompetenzentwicklung und Programmevaluation*. Waxmann, Münster, 103-131.
- RENKL, A. (1996): Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau* **47** (2), 78-92.
- SCHABRAM, K. (2007): *Lernaufgaben im Unterricht: Instruktionspsychologische Analysen am Beispiel der Physik*. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- SCHADT-KRÄMER, C. (1992): *Pädagogik im Studium von Lehramtsstudenten*. Westdt. Verlag, Opladen.
- SCHMELZING, S., S. WÜSTEN, A. SANDMANN & B. NEUHAUS (2008): Fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Biologieunterricht: Eine Interviewstudie. Posterpräsentation auf der 10. Frühjahrsschule der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBIO, Universität Hannover.
- SHARP, D.C., D.S. KNOWLTON & R.E. WEISS (2005): Applications of generative learning for the survey of international economics course. *Journal of Economic Education* **36** (4), 345-357.
- SHULMAN, L.S. (1987): Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* **57** (1), 1-22.
- TERHART, E. (2000): *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland*. Beltz Verlag, Weinheim.
- THONHAUSER, J. [Hrsg.] (2008): *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen*. Waxmann, Münster.
- WITTRICK, M.C. (1974): Learning as a generative process. *Educational Psychologist* **11** (2), 87-95.
- WITTRICK, M.C. (1992): Generative learning processes of the brain. *Educational Psychologist* **27** (4), 531-541.